

Patent

① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

② Patentschrift  
③ DE 3001059 C2

⑥ Int. Cl. 3;  
G 21 K 1/02  
H 01 L 21/70  
H 01 L 21/32

⑪ Aktenzeichen:  
⑫ Anmeldetag:  
⑬ Offenlegungstag:  
⑭ Veröffentlichungstag:

P 30 01 059.4-33  
12. 1. 80  
28. 2. 81  
14. 4. 83

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

① Unionspriorität: ② ③ ④  
13.08.79 US 66140

⑦ Erfinder:

Silk, John K., Wellesley, Mass., US; Krieger, Allen S.,  
Lexington, Mass., US; Huang, Eugene W.C., Lynnfield,  
Mass., US

⑤ Patentinhaber:

American Science and Engineering, Inc., 02139 Cambridge,  
Mass., US

⑧ Entgegenhaltungen:

US 39 84 680

⑨ Vertreter:

Charrier, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8900 Augsburg

⑥ Röntgenstrahlenlithographiesystem zur Erzeugung von integrierten Schaltungen

DE 3001059 C2

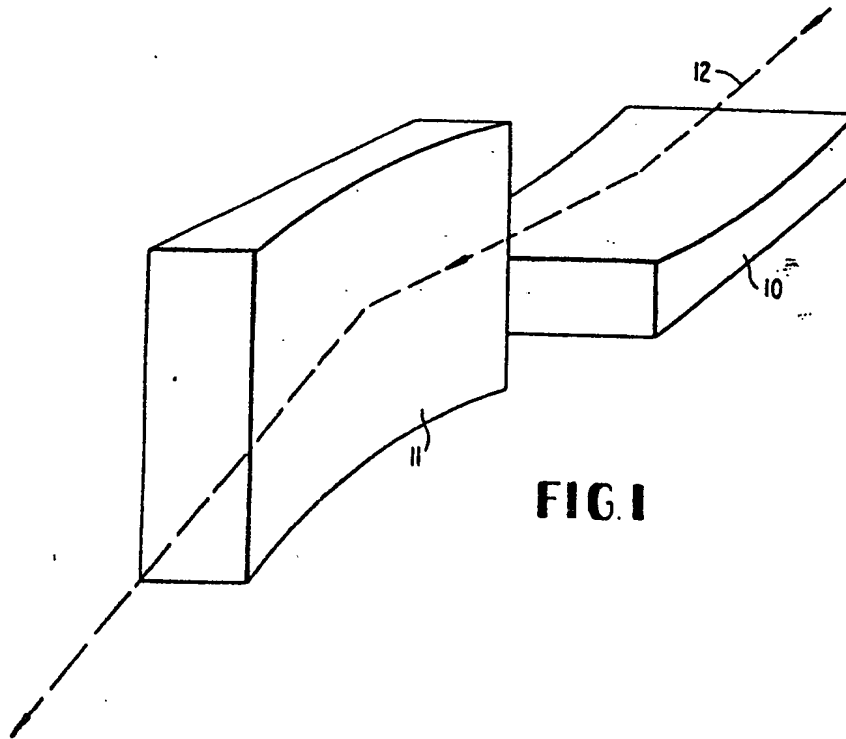


FIG. 1

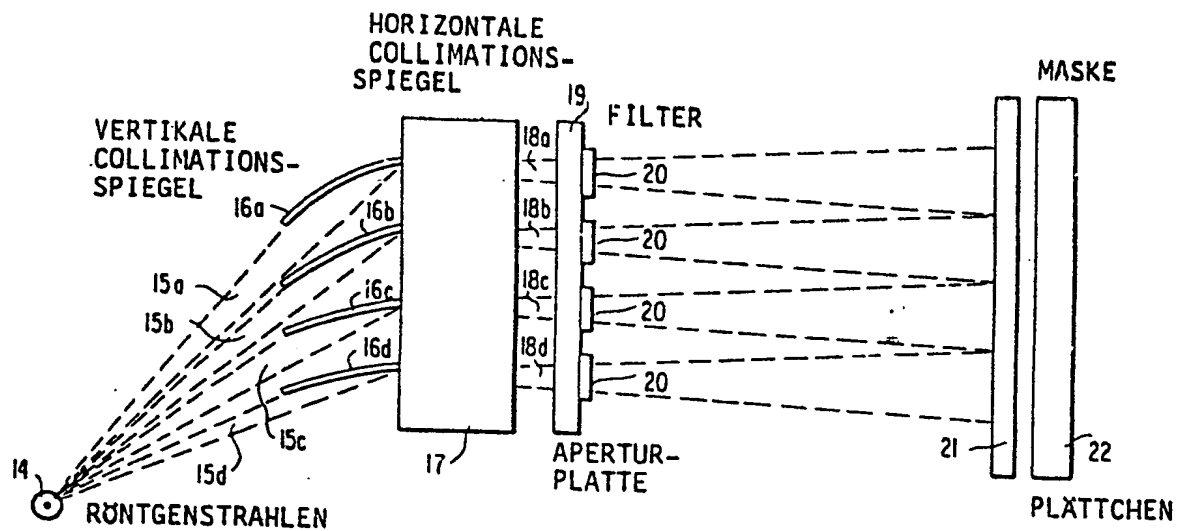


FIG. 2

## Patentansprüche:

1. Röntgenstrahlenlithographiesystem zur Erzeugung von integrierten Schaltungen, bei dem ein Plättchen mit einer fotoempfindlichen Schicht bedeckt und eine Maske über dieser Schicht angeordnet ist, die Maske die einzelnen Schaltungsmuster trägt, die mittels weicher, collimierter, von einer Bestrahlungsvorrichtung abgegebener Röntgenstrahlen auf das Plättchen projiziert und dort abgebildet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungsvorrichtung eine divergierende Röntgenstrahlen (15) erzeugende Röntgenstrahlenquelle (14) und mindestens eine erste Gruppe von parabolischen, zwischen Röntgenstrahlenquelle (14) und Maske (21) angeordneten Spiegeln (16) aufweist, die so angeordnet sind, daß die divergierenden Röntgenstrahlen (15) in sie unter einem spitzen Einfallswinkel einfallen, die nach ihrer Totalreflektion als im Abstand voneinander parallel verlaufende Ausgangsstrahlenbündel (18) austreten, deren Strahlen jeweils eine geringe Divergenz aufweisen und daß die Maske (21) in einem Abstand zu den Spiegeln (16) angeordnet ist, bei welchem die Ausgangsstrahlenbündel (18) sich zu einem zusammengesetzten Strahlenbündel vereinigen, bei dem die Ausgangsstrahlenbündel (18) bündig zueinander sind.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Röntgenstrahlenquelle (14) und Maske (21) eine zweite Gruppe von parabolischen Spiegeln (17) angeordnet ist, welche rechtwinklig zu denjenigen der ersten Gruppe verlaufen und welche die von den Spiegeln (16) der ersten Gruppe reflektierten Röntgenstrahlen als Ausgangsstrahlenbündel (18) in Richtung der Maske (21) reflektieren.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Spiegeln (16 bzw. 17) und der Maske (21) Filter (20) angeordnet sind.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsstrahlenbündel (18) eine Lochplatte (19) durchlaufen.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Filter (20) in den Löchern der Lochplatte (19) angeordnet sind.

6. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Filter (20) unterschiedliche Intensitätswerte an unterschiedlichen Querschnittsteilen des zusammengesetzten Strahlenbündels erzeugen.

7. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Filter (20) einheitliche Intensitätswerte über alle Querschnittsteile des zusammengesetzten Strahlenbündels erzeugen.

8. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Filter (20) das Spektrum jedes Ausgangsstrahlenbündels (18) einstellen oder korrigieren.

9. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Ausgangsstrahlenbündel (18) einen Querschnitt von annähernd 2 mm x 2 mm am Ausgang der zweiten Gruppe von Spiegeln (17) aufweist.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Ausgangsstrahlenbündel (18) eine Strahlendivergenz von annähernd 9 Bogenminuten aufweist.

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Mitte-Mitte-Abstand der Ausgangsstrahlenbündel (18) am Ausgang der zweiten

Gruppe von Spiegeln (17) etwa 4 mm beträgt und daß die Maske (21) in einem Abstand von etwa 40 cm von diesem Ausgang angeordnet ist.

12. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lochplatte zwischen der Röntgenstrahlenquelle (14) und der Bestrahlungsvorrichtung in den Wegen der Eingangsstrahlenbündel (15) angeordnet ist und daß eine Mehrzahl von Filtern in der Lochplatte befestigt ist.

Die Erfindung betrifft ein Röntgenstrahlenlithographiesystem zur Erzeugung von integrierten Schaltungen, bei dem ein Plättchen mit einer fotoempfindlichen Schicht bedeckt und eine Maske über dieser Schicht angeordnet ist, die Maske die einzelnen Schaltungsmuster trägt, die mittels weicher, kollimierter, von einer Bestrahlungsvorrichtung abgegebener Röntgenstrahlen auf das Plättchen projiziert und dort abgebildet werden.

Die gegenwärtig in der Technik zur Herstellung von elektronischen und optischen Microbauelementen verwendete Methode, bei der Schaltungsmuster einer Maske auf ein Siliciumplättchen übertragen werden, das mit einem fotoempfindlichen Material bedeckt ist, besteht darin, eine Strahlungsquelle mit sichtbarem oder ultraviolettem Licht (in der Größenordnung von 4000 Angström Wellenlänge) zu verwenden. Bei bekannten Lithographiesystemen werden normalerweise zwei Verfahren verwendet, nämlich einmal der Nahbereichsdruck und zum anderen ein Projektionsdruck. Die bei handelsüblichen Systemen erzielbare minimale — oder Linienbreite liegt in der Größenordnung von 2,5 bis 3,5 µm, obgleich feinere Linien etwa mit 0,7 µm mit Laboranordnungen erreicht worden sind. Der Fortschritt in der Technologie der integrierten Schaltungen verlangt Schaltungen mit höherer Dichte, komplexere Strukturen mit mehr Elementen, feinere Linien und geringere Bauelementabstände. Beim Versuch, diese Anforderungen mit einer Lithographie mit sichtbarem Licht zu erfüllen, stößt man an Grenzen, welche sich aus der Brechung ergeben und ebenso stellt man fest, daß die Kosten beträchtlich ansteigen.

Um eine höhere Schaltungsichte zu erreichen, ist die Röntgenstrahlenlithographie vorgeschlagen worden, bei der die Strahlung mit sichtbarem oder ultraviolettem Licht durch weiche Röntgenstrahlen ersetzt wird. Es ergibt sich eine hohe Ausbeute und ein verhältnismäßig kostengünstiges System. Derartige Röntgenstrahlen-Lithographiesysteme befinden sich heute im Versuchsstadium. Röntgenstrahlen mit einer Wellenlänge von 4 bis 50 Angström werden dazu verwendet, Abbilder von Goldmaschenmustern oder mittels Elektronenstrahl erzeugten Masken auf fotoempfindlichen Schichten herzustellen. Verschiedene Bestrahlungsmöglichkeiten wurden bei diesen Versuchsanordnungen verwendet.

Bei einem aus der US-PS 3984680 bekannten Röntgenstrahlen-Lithographiesystem wird, um eine genaue Flucht zwischen Maske und dem Plättchen mit der fotoempfindlichen Schicht zu erreichen, vor dieser Maske eine weitere Maske mit einem Schlitz angeordnet, so daß ein schmales Strahlenbündel nahezu paralleler Strahlen von der Röntgenstrahlenquelle auf der Maske auftrifft. Wird nach dieser Justierung das ganze Plättchen belichtet, dann wird zuvor die weitere Maske entfernt. Die auf die Maske und das Plättchen auftreffenden Röntgenstrahlen divergieren, was dazu

führt, daß das Schaltungsmuster der einen Maske verzerrt auf der fotoempfindlichen Schicht abgebildet wird.

Will man bei einem Röntgenstrahlen-Lithographiesystem beste Resultate erzielen, dann ist es also erforderlich, ein collimiertes oder parallelisiertes Bündel von Röntgenstrahlen zu verwenden, um die geometrischen Verzerrungen zu vermeiden, welche auftreten würden, wenn Strahlen durch die Maske nicht senkrecht, sondern divergierend in Richtung zur fotoempfindlichen Schicht auf dem Plättchen verlaufen. Die übliche Vorgehensweise, um eine derartige Collimation zu erreichen, besteht darin, eine räumlich kleine übliche Röntgenstrahlquelle (z. B. Elektronenstrahl/Anode) in einem verhältnismäßig großen Abstand von der Maske und dem Plättchen anzuordnen, wobei der Abstand zwischen Quelle und Maske derart groß bemessen wird (z. B. 50 cm), daß eine teilweise Collimation erreicht wird. Bei derartigen Anordnungen wird der Abstand zwischen Maske und Plättchen sehr klein gewählt (z. B. 40  $\mu$ m). Es wurden Strich- oder Linienbreiten von 0,16  $\mu$ m erreicht, jedoch liegen die üblichen Strich- oder Linienbreiten in der Größenordnung von 1  $\mu$ m, wenn das Plättchen einen Durchmesser von mehreren cm aufweist.

Die zuvor beschriebenen Systeme sind verhältnismäßig ineffizient, da eine gute Collimation einen vergleichsweise großen Abstand zwischen Quelle und Maske verlangt. Da die Photonenflußdichte an der Maske mit dem Quadrat der Entfernung zur Quelle abnimmt, wird nur ein sehr kleiner Bruchteil der Quellenausgangsleistung tatsächlich wirksam.

Es besteht die Aufgabe, das Röntgenstrahlen-Lithographiesystem der eingangs genannten Art so auszubilden, daß bei geringem Abstand zwischen Bestrahlungsvorrichtung einerseits und Maske und Plättchen andererseits eine verzerrungsfreie Übertragung des Schaltungsmusters der Maske auf die fotoempfindliche Schicht auch bei großflächigen Plättchen möglich ist.

Gelöst wird diese Aufgabe bei dem eingangs genannten System erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Das Röntgenstrahlen-Lithographiesystem erzeugt ein Bündel von praktisch collimierten Röntgenstrahlen mit einem verhältnismäßig großen Querschnitt im Bereich der Maske, und zwar durch Verwendung einer Röntgenstrahlenquelle, welche wesentlich näher an der Maske angeordnet ist als dies bisher der Fall war, wobei die gewünschte Collimierung durch Einfügen einer Anordnung von Spiegeln mit einem spitzen Einfallswinkel zwischen der Quelle und der Maske erzielt wird. Bei bestimmten Anwendungen, etwa dann, wenn eindimensionale Gitter hergestellt werden sollen, bringt bereits eine einzige Gruppe von Spiegeln welche in einer Ebene collimieren annehmbare Ergebnisse. Wo jedoch die Collimation in zwei Ebenen erwünscht oder notwendig ist, besteht die Spiegelanordnung aus zumindest zwei Spiegelgruppen, welche senkrecht zueinander angeordnet sind und jedes Strahlenbündel der Quelle in zwei zueinander senkrechten Ebenen durch aufeinanderfolgende Reflexionen collimiert.

Jedes Ausgangsstrahlenbündel besitzt eine geringfügige Divergenz (in der Größenordnung von wenigen Bogenminuten), so daß die zwischen den Ausgangsstrahlenbündeln vorhandenen Lücken mit wachsendem Abstand vom Ausgang des Collimators abnehmen. Die

geringfügige Divergenz der Ausgangsstrahlenbündel bewirkt, daß diese zu einem zusammengesetzten Röntgenstrahlenbündel mit einer verhältnismäßig großen Querschnittsfläche sich vereinigen und zwar in einer Ebene, welche von dem Collimator in einem Abstand angeordnet ist, wo die Maske sich befindet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Apertur- oder Lochplatte zwischen dem Spiegelcollimator und der Maske angeordnet, wobei eine Vielzahl von Filtern auf der Aperturplatte angebracht ist, welche die räumliche Gleichförmigkeit der Ausgangsstrahlenbündel sowie das Spektrum jedes Ausgangsstrahlenbündels einstellt oder korrigiert. Die Filter sollten zwischen dem Collimator und der Maske vorzugsweise zur Ausschaltung von Streueffekten angeordnet sein. Die Filtervorrichtungen können so angeordnet werden, daß sie entweder eine praktisch konstante Beleuchtung über die Querschnittsfläche des zusammengesetzten Strahlenbündels in der Maskenposition erzeugen, oder aber derart, daß an verschiedenen Querschnittstellen des zusammengesetzten Strahlenbündels unterschiedliche Intensitätswerte der Strahlung vorliegen, so daß unterschiedliche Belichtungen an unterschiedlichen Stellen der fotoempfindlichen Schicht hervorgerufen werden.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung zweier zueinander senkrechter Spiegel mit spitzen Einfallswinkeln und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Röntgenstrahlen-Lithographiesystems welches gem. einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

Das Röntgenstrahlen-Lithographiesystem verwendet eine Anordnung von Spiegeln mit spitzem Einfallswinkel, welche weiche Röntgenstrahlen annähernd collimiert. Die Wirkungsweise einer derartigen Collimationsvorrichtung hängt von der Tatsache ab, daß bei Wellenlängen von weichen Röntgenstrahlen, der reelle Teil des Brechungsindex kleiner als 1 ist, so daß Strahlen, die eine glatte Oberfläche unter einem genügend spitzen Winkel schneiden, total reflektiert werden. So erzeugt ein Spiegel in Form eines Translationsparaboloids, auf den divergierende Röntgenstrahlen von einer an einem Punkt seiner Brennpunktlinie angeordneten Quelle auftreffen, ein Strahlenbündel, welches in einer Richtung collimiert ist. Ein derartiges nur in einer Ebene collimiertes Strahlenbündel ist für manche Anwendungsfälle wie zuvor angegeben durchaus zweckmäßig. Abbildungsfehler begrenzen jedoch die Funktion eines einzigen Spiegels, so daß noch ein zweiter Spiegel senkrecht zum ersten Verwendung finden kann, welcher derartige Ablenkungsfehler auf einen annehmbaren Wert reduziert.

Die Arbeitsweise eines Zweispiegel-Systems ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Die beiden Spiegel sind mit 10 bzw. 11 bezeichnet und sind fast ebene Spiegel, welche hintereinander angeordnet sind, so daß einfallende Röntgenstrahlen z. B. 12 die Oberfläche des Spiegels 10 unter einem genügend kleinen Winkel treffen und von dem Spiegel 10 reflektiert werden, so daß sich eine vertikale Collimation ergibt, worauf die vertikal collimierten Strahlen von der Oberfläche des Spiegels 11 reflektiert werden, so daß eine horizontale Collimation der Strahlen auftritt. Die Spiegel sind als dünne glatte Platten aus ursprünglich flachem Glas hergestellt, die unter Anwendung von berechneten

Kräftepaaren zu annähernd Translationsparaboloiden gebogen würden. Die physikalische Abmessung der Optik ist dehnbar. Bei Verwendung in einem Röntgenstrahlenlithographiesystem der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wie es nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben wird, sind die Spiegel 10, 11 etwa 5 bis 10 cm lang, 1 bis 3 cm breit und 0,1 cm dick. Die Brennweite beträgt 10 bis 30 cm. Diese Dimensionsangaben sind jedoch lediglich beispielhaft und es besteht die Möglichkeit, die Größe der Glasteile in ihren Abmessungen erheblich zu verändern, damit sie für eine gegebene Anwendung passen.

Ein Spiegelpaar erzeugt ein collimiertes Strahlenbündel mit einem kleinen Querschnitt in der Größenordnung von 2 mm x 2 mm. Eine Anordnung von Spiegelpaaren beispielsweise von zwei Vertikalcollimatoren und zwei Horizontalcollimatoren erzeugt eine Anordnung von fokussierten Strahlenbündeln. Bei dem in Fig. 2 dargestellten System werden vier derartige Strahlenbündel verwendet, wie sich aus dem Nachstehenden noch ergibt.

Ein vollkommen collimiertes Röntgenstrahlenbündel würde sich durch eine Anordnung von idealen Spiegeln ergeben, welche von einer Punktquelle beleuchtet werden. In der Praxis ist jedoch eine derartige vollkommene Collimation weder erreichbar noch für eine gute Röntgenstrahlenlithographie erforderlich. Soll beispielsweise eine transparente Stelle von 1 µm in einer Maske lithographisch abgebildet werden, dann ist eine 0,1 µm Streuung in dem Beleuchtungsmuster infolge unvollkommener Collimation akzeptabel. Bei einer typischen Entfernung von 40 µm zwischen der Maske und dem fotoempfindlichen Material entspricht dieser Streuungswert einer Strahlenbündeldivergenz von 9 Bogenminuten, wenn man andere Streuungsursachen außer Acht läßt. Eine derartige Strahlenbündeldivergenz liegt ohne weiteres in den Möglichkeiten der bei der Erfindung verwendeten Optik mit streifendem Einfall. Für kleinere Strich- oder Liniendicken ist auch eine bessere Collimation möglich.

Eines der Merkmale der vorliegenden Erfindung, welches deutlich aus Fig. 2 hervorgeht, besteht darin, daß beinahe collimierte Strahlenbündel verwendet werden können, um ein einziges großes Belichtungsmuster zu erzeugen. Wenn die aus einer Anordnung von zueinander senkrechten Spiegelpaaren bestehende Collimationsvorrichtung derart eingestellt wird, daß sie eine Anordnung von Ausgangsstrahlenbündeln erzeugt, welche jeweils eine geringe Divergenz aufweisen, dann ergibt sich mit wachsender Entfernung von Collimationsvorrichtung ein Ausbreiten der einzelnen Strahlenbündel. Der Abstand zwischen den Mittellinien benachbarter Strahlenbündel ändert sich nicht, wenn die Spiegeleinheiten derart angeordnet werden, daß ihre optischen Achsen parallel verlaufen. In einem Abstand von dem Collimator wird die Lücke zwischen benachbarten Strahlenbündeln zu 0 und die Anordnung von Strahlenbündeln fließt an einem Punkt zusammen und bildet ein einziges zusammengesetztes Strahlenbündel. Sind eine lithographische Maske und ein fotoempfindliches Plättchen in der Ebene des Zusammenfließens angeordnet, dann werden diese mit einem Röntgenstrahlenbündel mit großem Querschnitt und kleiner Divergenz bestrahlt, so daß jeder Punkt auf der Maske belichtet wird. Ist beispielsweise die Strahlenbündeldivergenz 9 Bogenminuten und jedes Strahlenbündel 2 mm x 2 mm im Querschnitt in der Ebene der

Collimationsvorrichtungen und ist der Mitte-Mitte-Abstand der Strahlenbündel 4 mm, dann fließen die verschiedenen Strahlenbündel in einem Abstand von etwa 40 cm von dem Ausgang der Collimationsvorrichtung zusammen.

Die vorstehenden Überlegungen werden deutlicher, wenn auf das schematische Diagramm des Systems nach Fig. 2 Bezug genommen wird. Das System besteht aus einer üblichen räumlich kleinen Röntgenstrahlenquelle 14, welche eine Strahlung in Form einer Vielzahl divergierender Röntgenstrahlen 15a bis 15d abgibt. Die Veranschaulichung von vier Strahlenbündeln in Fig. 2 ist natürlich lediglich beispielhaft. Mehrere Strahlenbündel werden entsprechend auf zugeordnete vertikale Collimatoren geleitet, welche aus Spiegeln 16a bis 16d bestehen, von denen jeder Spiegel von der in Fig. 1 mit 10 bezeichneten Art ist; die von den Spiegeln 16a bis 16d reflektierten Strahlen werden dann durch horizontale Collimationsspiegel 17 reflektiert, welche aus einer Anordnung von Spiegeln besteht, die senkrecht zu den Spiegeln 16a bis 16d angeordnet sind und die jeweils dem Spiegel 11 gemäß Fig. 1 entsprechen. Die Strahlen von der Quelle 14 werden somit zweimal reflektiert, wobei einmal eine annähernde Collimation in vertikaler Richtung und zum anderen eine solche in horizontaler Richtung auftritt, so daß am Ausgang der Collimationsvorrichtung mehrere Ausgangsstrahlenbündel 18a bis 18d erzeugt werden.

Diese mehreren Ausgangsstrahlenbündel durchlaufen eine Apertur- oder Lochplatte 19, welche unerwünschte Strahlen abschirmt, und welche Filter 20 trägt, mittels denen die Intensität und das Spektrum jedes Ausgangsstrahlenbündels eingestellt wird. Die Filter 20 können die Form dünner Filme oder Folien haben, welche an den Eingängen oder Ausgängen der Öffnungen der Zellen in der Aperturplatte 19 angeordnet sind; diese Filter steuern durch individuelle Filterung jeder Spiegeleinheit die Gleichförmigkeit der erzeugten Beleuchtung. Diese Technik kann dazu verwendet werden, Differenzen zwischen den Einheiten möglichst klein zu machen oder absichtlich ungleichförmige Zustände zu schaffen, wenn unterschiedliche Belichtungen an unterschiedlichen Teilen des fotoempfindlichen Plättchens gewünscht werden.

Wie zuvor erwähnt und in gebrochenen Linien in Fig. 2 gezeigt, besitzen die Ausgangsstrahlenbündel 18a bis 18d jeweils eine geringfügige Divergenz, welche eine Verbreiterung der Strahlenbündel mit sich bringt, wenn diese sich von der Collimator-Optik weg bewegen, so daß die Ausgangsstrahlenbündel in einer bestimmten Ebene zu einem einzigen gleichförmigen Beleuchtungstrahlenbündel zusammenfließen. In dieser Ebene sind eine lithographische Maske 21 und ein fotoempfindliches Plättchen 22 angeordnet und werden mit den nahezu collimierten Röntgenstrahlen beleuchtet, die von der Vorrichtung erzeugt werden.

Typische Abmessungen für die Collimationsspiegel, den Querschnitt der Ausgangsstrahlenbündel, des Abstandes und der Divergenz sowie der Entfernung zwischen dem Ausgang der Collimationsvorrichtung und der Ebene, in der sich die Masken/Plättchen-Kombination befindet, wurden bereits vorstehend genannt und sind auf die Anordnung der Fig. 2 anwendbar.

Das Collimationssystem gemäß Fig. 2 ist geometrisch wirksamer als die bisherigen Röntgenstrahlen-Lithographiesysteme, bei denen versucht wird, die Collimation der Röntgenstrahlung durch entfernte Anordnung einer räumlich kleinen Röntgenstrahlen-

quelle und der lithographischen Maske zu erzielen. Bei einem derartigen System erfordert eine gute Collimation einen großen Quellen-zu-Masken-Abstand, beispielsweise nahezu 4 m um 9 Bogenminuten Divergenz über eine Fläche von 1 cm x 1 cm bei Verwendung einer Punktquelle zu erzielen. Da wie vorstehend erwähnt, die Dichte des auf die Maske fallenden Flusses umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung der Quelle zur Maske ist, gelangt nur ein sehr geringer Bruchteil der Quellenausgangsleistung bei den bekannten Systemen zur Verwendung. Im Gegensatz dazu kann die Collimationsvorrichtung gemäß Fig. 2 sehr nahe an der Quelle angeordnet sein (z. B. 10 bis 20 cm) und der Fluß an ihrem Eingang ist deshalb viel größer als wenn eine lithographische Maske 4 m entfernt angeordnet wäre. Es treten selbstverständlich infolge der endlichen Spiegeldicke und anderen Effekten Verluste in den Collimationsmitteln auf; es ergeben sich ferner Verluste während die Strahlen collimiert werden und zwar infolge unvollständiger Reflexions- und Spiegeloberflächen. Die Größe dieser Verluste hängt von den Einzelheiten des Collimatoraufbaus und dessen Herstellung ab. Die Erfahrung und vorläufigen Berechnungen zeigen jedoch, daß diese Verluste wesentlich weniger Gewicht haben als der geometrische Vorteil, den das erfindungsgemäße Collimationssystem mit sich bringt.

Masken und Filter, beispielsweise Filter wie sie in Fig. 2 veranschaulicht sind, können zur Korrektur von Differenzen zwischen den einzelnen Spiegeln verwendet werden. Einige dieser Differenzen sind systematisch. So ist beispielsweise der Einfallswinkel für Spiegel größer, welche weiter von der Achse angeordnet sind; dies bedingt systematische Änderungen in der Reflexionsausbeute und der projizierten Stirnfläche in Richtung zu den äußeren Spiegeleinheiten hin. Andere Differenzen zwischen den Spiegeln sind eher zufällig, z. B. treten sie infolge von Variationen in den Glinseigenschaften auf. Derartige zufällige Differenzen können durch entsprechende Glasauswahl und durch Feinabstimmung der angelegten Kräfte ausgeglichen werden. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Aperturplatte und/oder die Filter wie veranschaulicht angeordnet, d. h. zwischen dem Collimator und der lithographischen Maske 21. Es ist jedoch auch möglich, die Aperturplatte und/oder die Filter zwischen die Röntgenstrahlenquelle 14 und die Collimationsoptik einzusetzen. Letztere Anordnung erscheint jedoch weniger wünschenswert, da die Aperturplatte nicht Streustrahlen infolge Oberflächenunregelmäßigkeiten im Glase des Spiegels abblockt, obwohl sie Strahlen nicht durchläßt, die nicht zurückprallen oder einmal zurückgeprallt sind.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen